

5 Kraftstoffinjektor mit mehrteiligem, direktgesteuertem Einspritzventilglied

10 Technisches Gebiet

10 An selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen werden Speichereinspritzsysteme zur Kraftstoffeinspritzung eingesetzt, die eine drehzahl- und lastunabhängige Einstellung des Einspritzdrucks erlauben. Bei den Speichereinspritzsystemen (Common-Rail) sind Druck-  
15 erzeugung und Einspritzung örtlich voneinander entkoppelt. Der Einspritzdruck wird von einer separaten Hochdruckpumpe erzeugt. Diese muss nicht synchron zu den Einspritzungen angetrieben werden. Der Druck kann unabhängig von der Motordrehzahl und der Einspritzmenge eingestellt werden. An die Stelle druckgesteuerter Einspritzventile treten bei diesem Kraftstoffeinspritzsystem elektrisch betätigte Injektoren, mit deren Ansteuerzeitpunkt und Ansteuerdauer der Einspritzbeginn und die Einspritzmengen in die Brenn-  
20 räume der Verbrennungskraftmaschine bestimmt werden. Bei Common-Rail-Einspritzsystemen besteht ein hoher Freiheitsgrad bezüglich der Gestaltung und Formung von mehrfach- oder geteilten Einspritzvorgängen.

25 Stand der Technik

25 Aus DE-190 55 271 A1 ist ein druck-/hubgesteuerter Injektor mit hydraulischem Übersetzer bekannt. In einem Injektorgehäuse sind 2/2-Wege-Steuerventile aufgenommen, deren vertikale Bewegung mechanisch über eine Brücke aneinander gekoppelt ist. Die 2/2-Wege-Steuerventile sind zulaufseitig und ablaufseitig angeordnet und einem hydraulischen Übersetzer vorgeschaltet. Der hydraulische Übersetzer beaufschlagt einen eine Düsennadel um-  
30 gebenden Druckraum mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff. Die beiden 2/2-Wege-Steuerventile sind im Injektorgehäuse des Kraftstoffinjektors gegengleich zueinander aufgenommen.

35 Nachteilig an der aus DE 190 55 271 A1 bekannten Lösung ist die Vielzahl von Einzelteilen, die zur Realisierung einer druck-/hubgesteuerten Injektoransteuerung gemäß dieser Lösung erforderlich sind.

Aus DE 199 46 838 C1 ist ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten bekannt. Das Ventil umfasst ein in einer Bohrung eines Ventilkörpers axial verschiebbares Ventilglied. Dieses weist einen das Ventilschließglied bildenden Ventilkopf auf, der mit einem an dem Ventilkörper vorgesehenen Sitz zum Öffnen und Schließen des Ventiles zusammenwirkt. Des  
5 weiteren wird eine piezoelektrische Einheit zur Betätigung des Ventilgliedes sowie ein Toleranzausgleichselement zum Ausgleich von Längungstoleranzen der piezoelektrischen Einheit und/oder anderer Ventilbauteile vorgesehen. Die piezoelektrische Einheit ist hinsichtlich ihrer Wirkrichtung im Wesentlichen im rechten Winkel zur axialen Bewegungsrichtung des Ventilgliedes angeordnet und mit einem elektrischen Strom derart  
10 beaufschlagbar, dass die piezoelektrische Einheit auf ein als Hebelarm dienendes, mit dem Ventilglied in Wirkverbindung stehendes Stellglied eine Kippbewegung ausübt.

### Darstellung der Erfindung

15 Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung zeichnet sich dadurch aus, dass mit einem mehrteilig ausgebildeten, nadelförmigen Einspritzventilglied unterschiedliche Einspritzquerschnitte in den Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine freigebbar sind, wobei das mehrteilig ausgebildete Einspritzventilglied insbesondere direkt angesteuert ist. Zur Direktansteuerung des mehrteilig ausgebildeten, nadelförmigen Einspritzventilgliedes ist zwischen einem Piezoaktor und der dem mehrteilig ausgebildeten, nadel-  
20 förmigen Einspritzventilglied eine hydraulische Übersetzungsanordnung vorgesehen, die zwei Übersetzerräume aufweist. Jeder der beiden Übersetzerräume beaufschlagt einen Steuerraum zur Ansteuerung eines inneren Nadelteiles und zur Ansteuerung eines äußeren Nadelteiles des mehrteilig ausgebildeten, nadelförmigen Einspritzventilgliedes.

25 Der innere und der äußere Nadelteil des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilgliedes weisen Druckstufen auf, die bei Druckbeaufschlagung eines Düsenraumes im Düsenkörper und bei Druckentlastung der Steuerräume ein zeitlich versetztes Öffnen der Nadelteile des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilgliedes ermöglichen. Dadurch erfolgt während einer ersten Phase der Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine über einen ersten Einspritzöffnungsquerschnitt und im weiteren Verlauf der Einspritzung beim zeitlich später erfolgenden Öffnen des inneren Nadelteiles des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilgliedes die Freigabe eines weiteren Öffnungsquerschnittes, so dass gegen Ende des Einspritzvorganges mehr Kraftstoff in den  
30 Brennraum gelangt, als zu Beginn des Einspritzvorganges. Demnach ist im Teillastbetrieb der Verbrennungskraftmaschine nur ein Einspritzquerschnitt freigegeben während bei Volllast der Verbrennungskraftmaschine beide Nadelteile des mehrteilig ausgebildeten

Einspritzventilgliedes offen stehen, so dass die maximale Einspritzmenge in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt werden kann.

Durch die Auslegung von am äußeren Nadelteil des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilglied ausgebildeten Druckstufen, können die auf das äußere Nadelteil einwirkenden hydraulischen Kräfte derart eingestellt werden, dass auch bei geringsten Drücken die Kleinstmengenfähigkeit des Kraftstoffinjektors gewährleistet ist. Aufgrund der Ausbildung zweier Druckstufen am äußeren Nadelteil des mehrteiligen Einspritzventilgliedes öffnet dieses sehr früh, wohingegen das innere Nadelteil des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilgliedes später öffnet, da die an diesem ausgebildete Druckstufe sehr klein ausgelegt ist. Aufgrund dieser Auslegung der beiden Druckstufen am äußeren Nadelteil und der Druckstufe am inneren Nadelteil kann erreicht werden, dass die beiden Nadelteile des mehrteilig ausgebildeten, nadelförmigen Einspritzventilgliedes auf voneinander verschiedenen Druckniveaus geschaltet werden können.

#### Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender erläutert.

Die einzige Figur zeigt einen Schnitt durch den erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektor mit mehrteilig ausgebildetem, nadelförmigen Einspritzventilglied und einer hydraulischen Übersetzungsanordnung über deren Übersetzerräume Steuerräume die jeweils den inneren bzw. den äußeren Nadelteil des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventiles zugeordnet sind, druckentlastbar oder druckbeaufschlagbar sind.

#### Ausführungsvariante

Der in der Zeichnung dargestellt Kraftstoffinjektor 1 umfasst einen Injektorkörper 2 und einen Düsenkörper 3. Der Injektorkörper 2 und der Düsenkörper 3 liegen in montiertem Zustand an einer Stoßfuge 4 aneinander an. Der Kraftstoff strömt über einen in der Zeichnung nicht dargestellten Hochdruckspeicherraum (Common-Rail) eines Hochdruckspeichereinspritzsystemes über einen Kraftstoffzulauf 5 dem Injektorkörper 2 zu. Im oberen Bereich des Injektorkörpers 2 ist ein Aktor 6 aufgenommen, welchem eine hydraulische Übersetzungseinrichtung 9 zugeordnet ist. Vom Kraftstoffzulauf 5 zweigt im Injektorkörper 2 eine Hochdruckzuleitung 7 ab, über welche der unter hohem Druck stehende, dem Injektorkörper 2 zuströmende Kraftstoff, in einen Düsenraum 8 einströmt. Der Düsenraum 8 befindet sich im Düsenkörper 3 und umschließt ein mehrteilig ausgebildetes Ein-

spritzventilglied 21, welches im Düsenkörper 3 in vertikale Richtung bewegbar aufgenommen ist.

Die hydraulische Übersetzungseinrichtung 9 umfasst einen Übersetzerkolben 10. Der Übersetzerkolben 10 weist eine erste Stirnfläche 11 auf, die dem Aktor 6 gegenüberliegt. Eine zweite Stirnfläche 12 des Übersetzerkolbens 10 begrenzt einen ersten Übersetzerraum 13 der hydraulischen Übersetzungseinrichtung 9. An dem Übersetzerkolben 10 befindet sich ein Übersetzerkolbenfortsatz 14, der im Vergleich zum Durchmesser des Übersetzerkolbens 10 in einen geringeren Durchmesser ausgebildet ist. Eine Stirnseite 15 des Übersetzerkolbenfortsatzes 14 ragt in einen zweiten Übersetzerraum 17 hinein. Vom zweiten Übersetzerraum 17 aus erstreckt sich ein Kanal 16, der in einen ersten Steuerraum 19 mündet. Parallel zum Kanal 16 verläuft eine Überströmleitung 18, über welche der erste Übersetzerraum 13 und ein zweiter Steuerraum 20 miteinander hydraulisch in Verbindung stehen.

Das mehrteilig ausgebildete, nadelförmige Einspritzventilglied 21 weist ein äußeres Nadelteil 22 sowie ein in diesem bewegbar angeordnetes inneres Nadelteil 23 auf. Das innere Nadelteil 23 wird durch den ersten Steuerraum 19 beaufschlagt, der mit dem zweiten Übersetzerraum 17 der hydraulischen Übersetzungsanordnung in Verbindung steht, während das äußere Nadelteil 22 über den zweiten Steuerraum 20, der über die Überströmleitung 18 mit dem ersten Übersetzerraum 13 in Verbindung steht, betätigt wird. Das äußere Nadelteil 22 weist eine den zweiten Steuerraum 20 begrenzende steuerraumseitige Stirnfläche 24 auf sowie eine erste Druckstufe 25 auf der Außenseite und eine weitere, zweite Druckstufe 26, die an der Innenseite des äußeren Nadelteiles 22 ausgebildet ist. Zwischen dem äußeren Nadelteil 22 und dem inneren Nadelteil 23 ist ein Druckraum 29 ausgebildet, der durch eine am inneren Nadelteil 23 ausgebildete Ringfläche 27 begrenzt wird. Die Beaufschlagung des innen liegenden Druckraumes 29 erfolgt über Druckraumzuläufe 30, welche die Wand des äußeren Nadelteiles 22 durchsetzen. Durch die Druckraumzuläufe 30 ist ein Überströmen von Kraftstoff, welcher unter hohem Druck in den Düsenraum 8 einströmt, in den innen liegenden Druckraum 29 zwischen dem äußeren Nadelteil 22 und dem inneren Nadelteil 23 gewährleistet.

Am brennraumseitigen Ende des äußeren Nadelteiles 22 ist an dessen Außenumfang ein Sitz 31 ausgebildet, der einen ersten Sitzdurchmesser 32 aufweist. Die im ersten Sitzdurchmesser 32 ausgebildete Sitzkante wirkt mit der Wand des Düsenkörpers 3 zusammen. An dem inneren Nadelteil 23, welches im äußeren Nadelteil 22 des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 21 geführt ist, ist ein ebenfalls mit der Wand des Düsenkörpers zusammenwirkender zweiter Sitz 33 ausgebildet. Der Sitzdurchmesser des Sitzes 33 des

inneren Nadelteiles 23 ist in einem zweiten Sitzdurchmesser 34 ( $d_1$ ) ausgebildet, der erheblich geringer als der erste Sitzdurchmesser 32 des äußeren Nadelteiles 22 ist. Im in der Zeichnung dargestellten geschlossenen Zustand des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 21 sind erste Einspritzöffnungen 35 durch den geschlossenen Sitz 31 des äußeren Nadelteiles 22 von einem Ringspalt 41 getrennt, in welchen über den Düsenraum 8 unter hohem Druck stehender Kraftstoff ansteht. Durch den in der Zeichnung ebenfalls in seinem geschlossenen Zustand dargestellten Sitz 33 des inneren Nadelteiles 23 sind zweite Einspritzöffnungen 36 ebenfalls gegen den im Ringspalt 41 anstehenden, unter hohem Druck stehenden Kraftstoff verschlossen. Im in der Zeichnung dargestellten geschlossenen Zustand des mehrteilig ausgebildeten, nadelförmigen Einspritzventilgliedes 21, bildet sich zwischen dem Sitz 31 des äußeren Nadelteiles 22 und dem Sitz 33 des inneren Nadelteiles 23 ein keilförmiger Ringraum 42 aus. Der Brennraum, in welchen bei geöffneten mehrteilig ausgebildetem Einspritzventilglied 21 Kraftstoff entweder über die ersten Einspritzöffnungen 35 oder über die geöffneten ersten und zweiten Einspritzöffnungen 35, 36 eingespritzt wird, ist mit Bezugszeichen 43 gekennzeichnet.

Das äußere Nadelteil 22 des mehrteilig ausgebildeten, nadelförmigen Einspritzventilgliedes 21 ist in einer Führungslänge 37 im Düsenkörper 3 aufgenommen, während das innere Nadelteil 23 in einer Führungslänge 38, die sich zwischen den Druckraumzuläufen 30 des äußeren Nadelteiles 23 und dessen Sitz 31 in diesen Körper 3 erstreckt, begrenzt ist. Auch wenn in der Zeichnung nicht detailliert dargestellt, kann das äußere Nadelteil 22 im Düsenkörper 3 auch in mehreren beispielsweise um  $120^\circ$  zueinander versetzt ausgebildeten Führungsflächen geführt sein.

Das innere Nadelteil 23 des mehrteilig ausgebildeten, nadelförmigen Einspritzventilgliedes 21 weist im Bereich oberhalb des innen liegenden Druckraumes 29 einen zweiten Durchmesser 39 ( $d_2$ ) auf, welcher den zweiten Sitzdurchmesser 34 ( $d_1$ ) übersteigt, d. h.  $d_2 > d_1$ .

Aufgrund des Durchmesserungsverhältnisses von  $d_1 : d_2$  mit  $d_1 < d_2$  öffnet der innere Nadelteil 23 des mehrteilig ausgebildeten, nadelförmigen Einspritzventilgliedes 21 später als dessen äußerer Nadelteil 22. Die durch die Durchmesserendifferenz  $d_2 - d_1$  erzeugte Druckstufe 28 am inneren Nadelteil 23, an dessen brennraumseitiger Spitze liegend, weist eine im Vergleich zu den Druckstufen 25, 26 erheblich niedrigere hydraulisch wirksame Fläche auf.

Die Funktionsweise des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektors 1 gemäß der Zeichnung stellt sich wie folgt dar:

Im in der Zeichnung dargestellten Schließzustand des mehrteiligen Einspritzventilgliedes 21 ist der Aktor 6 bestromt und ausgefahren. Aufgrund der Bestromung des Aktors 6, der bevorzugt als Piezoaktor ausgebildet ist, längen sich dessen Piezokristalle, die in Form eines Stapels übereinander liegend angeordnet sind und beaufschlagen demzufolge den Übersetzerkolben 10. Dessen zweite Stirnfläche 12 fährt in den ersten Übersetzerraum 13 ein. Durch die zweite Stirnfläche 12 des Übersetzerkolbens 10 ist auch der Übersetzerkolbenfortsatz 14 in den zweiten Übersetzerraum 17 der hydraulischen Übersetzeranordnung 9 eingefahren. Der erste Übersetzerraum 13 und der zweite Übersetzerraum 17 werden über die Führungsleckagen zwischen dem äußeren Nadelteil 22 und dem Düsenkörper 3, der Führungsleckage zwischen dem inneren Nadelteil 23 und dem Injektorkörper 2 sowie über die Führungsleckage zwischen dem Übersetzerkolben 10 und dem Kraftstoffzulauf 5 befüllt.

Aufgrund der Druckbeaufschlagung des ersten Übersetzerraumes 13 und des zweiten Übersetzerraumes 17 sind auch der das innere Nadelteil 23 beaufschlagende erste Steuerraum 19 sowie der das äußere Nadelteil 22 beaufschlagende zweite Steuerraum 20 druckbeaufschlagt, so dass das innere Nadelteil 23 und das äußere Nadelteil 22 in ihre die Sitze 31 bzw. 33 verschließenden Positionen gestellt sind.

Da gleichzeitig über die Hochdruckzuleitung 7 unter hohem Druck stehender Kraftstoff im Düsenraum 8 ansteht, und damit auch in dem mit diesem verbundenen, den äußeren Nadelteil 22 umgebenden Ringspalt 41, gelangt der Kraftstoff nur bis zum verschlossenen Sitz 31 des äußeren Nadelteiles 22 und kann nicht in den Brennraum 43 eingespritzt werden.

Wird die Bestromung des Aktors 6 aufgehoben, geht die Längung der Piezokristalle zurück und der Übersetzerkolben 10 samt Übersetzerkolbenfortsatz 14 bewegt sich in vertikale Richtung nach oben. Der Hubweg des Übersetzerkolbens 10 bzw. des Übersetzerkolbenfortsatzes 14 liegt im Bereich zwischen 40 und 160µm.

Demzufolge werden auch der erste Steuerraum 19, welcher das innere Nadelteil 23 beaufschlagt sowie der zweite Steuerraum 20, der die steuerraumseitige Stirnfläche 24 des äußeren Nadelteiles 22 beaufschlagt, druckentlastet. Aufgrund des hohen Kraftstoffdruckes, der im Düsenraum 8 anliegt, öffnet das äußere Nadelteil 22 früher, da an diesem eine außen liegende erste Druckstufe 25 und eine innen liegende zweite Druckstufe 26 oberhalb des innen liegenden Druckraumes 29 ausgebildet sind. Demzufolge fährt zu Beginn der Aufhebung der Bestromung des Aktors 6 die steuerraumseitige Stirnfläche 24 des äußeren Na-

delteiles 22 in den zweiten Steuerraum 20 ein, wodurch der Sitz 31 des äußeren Nadelteiles 22 geöffnet wird. Dadurch gelangt der Ringraum 42 in Verbindung mit dem Ringspalt 41, in welchem unter hohem Druck stehender Kraftstoff ansteht. Der unter hohem Druck stehende Kraftstoff kann über die ersten Einspritzöffnungen 35 während einer ersten Phase des Einspritzvorganges in den Brennraum 43 eingespritzt werden.

Während der ersten Phase des Einspritzvorganges bleibt hingegen der innere Nadelteil 23 des mehrteilig ausgebildeten, nadelförmigen Einspritzventilgliedes 21 in seiner Schließstellung, d. h. der Sitz 33 des inneren Nadelteiles 23 bleibt geschlossen. Im weiteren Verlauf des Einspritzvorganges öffnet das innere Nadelteil 23 des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 21, da die an diesem ausgebildete Druckstufe 28 sehr klein ausgebildet ist.

Im weiteren Verlauf des Einspritzvorganges strömt über die Druckraumzuläufe 30 unter hohem Druck stehender Kraftstoff in den innen liegenden Druckraum 29 zwischen dem äußeren Nadelteil 22 und dem inneren Nadelteil 23 ein. Der in den innen liegenden Druckraum 29 einströmende Kraftstoff steht an der Ringfläche 27 des inneren Nadelteiles 23 an und beaufschlagt diese weiterhin in Schließrichtung. Während der vertikalen Aufwärtsbewegung des äußeren Nadelteiles 22, tritt der Ringspalt 41 mit dem Ringraum 42 in Verbindung. Infolgedessen wird ein in Öffnungsrichtung wirksame hydraulische Kraft an der Druckstufe 28 am brennraumseitigen Ende des inneren Nadelteiles 23 wirksam, welche dieses in Öffnungsrichtung bewegt. Dadurch wird auch der zweite Sitz 33 des inneren Nadelteiles 23 geöffnet und Kraftstoff strömt über den nunmehr geöffneten zweiten Sitz 33 den zweiten Einspritzöffnungen 36 zu. Bei gleichzeitig geöffnetem inneren Nadelteil 23 und äußerem Nadelteil 22 strömt aus dem Düsenraum 8 über den Ringspalt 41 Kraftstoff über beide Einspritzöffnungen 35, 36 in den Brennraum 43 ein. Der Durchmesser des inneren Nadelteiles 23, d.h. der erste Durchmesser 39 liegt im Bereich zwischen 1,5 und 2,5 mm, während der Durchmesser des zweiten Steuerraumes 20 zwischen 3,5 und 5,6 mm liegen kann, je nach Ausführung des Kraftstoffinjektors.

Bei Bestromung des Piezoaktors 6, welcher in den Kraftstoffzulauf 5 vom in der Zeichnung nicht dargestellten Hochdruckspeicher angeordnet ist, dehnt sich dessen Piezokristallstapel aus, so dass der Übersetzerkolben 10 samt Übersetzerkolbenfortsatz 14 eine in Richtung des Brennraumes 43 wirkende Schließbewegung ausführt. Dadurch werden die in dem ersten Übersetzerraum 13 sowie im zweiten Übersetzerraum 17 enthaltenen Kraftstoffvolumina komprimiert und über den Kanal 16 bzw. die Überströmleitung 18 die Steuerräume 19 bzw. 20 druckbeaufschlagt. Da die die Steuerräume 19 bzw. 20 begrenzenden, hydraulisch wirksamen Flächen, d. h. die obere Stirnseite des inneren Nadelteiles 23 und

5 steuerraumseitige Stirnfläche 24 des äußeren Nadelteiles 22 hydraulisch wirksamen Flächen der Druckstufen 25, 26 des äußeren Nadelteiles 22 sowie die in Öffnungsrichtung wirksame hydraulische Fläche  $\pi(d_2^2 - d_1^2)/4$  der Druckstufe 28 am brennraumseitigen Ende des inneren Nadelteiles 23 übersteigen, werden beide Nadelteile 22, 23 des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 21 wieder in ihre Schließstellung gestellt.



Bezugszeichenliste

1	Kraftstoffinjektor	34	zweiter Sitzdurchmesser
2	Injektorkörper	35	erste Einspritzöffnungen
3	Düsenkörper	36	zweite Einspritzöffnungen
4	Stoßfuge	37	Führungslänge äußeres Nadelteil 22
5	Kraftstoffzulauf	38	Führungslänge inneres Nadelteil 23
6	Piezoaktor	39	erster Durchmesser inneres Nadelteil 23
7	Hochdruckzuleitung		
8	Düsenraum	41	Ringspalt
9	hydraulische Übersetzeranordnung	42	Ringraum
10	Übersetzerkolben	43	Brennraum
11	erste Stirnfläche		
12	zweite Stirnfläche		
13	erster Übersetzerraum		
14	Übersetzerkolbenfortsatz		
15	Stirnseite Übersetzerkolben Fortsatz		
16	Kanal		
17	zweiter Übersetzerraum		
18	Überströmleitung		
19	erster Steuerraum		
20	zweiter Steuerraum		
21	mehrteiliges Einspritzventilglied		
22	äußeres Nadelteil		
23	inneres Nadelteil		
24	stauerraumseitige Stirnfläche von 22		
25	erste Druckstufe von 22		
26	zweite Druckstufe von 22		
27	Ringfläche inneres Nadelteil 23		
28	Druckstufe inneres Nadelteil 23		
29	innen liegender Druckraum		
30	Druckraumzulauf		
31	Sitz äußeres Nadelteil		
32	erster Sitzdurchmesser		
33	Sitz inneres Nadelteil		

5

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (1) für ein Speichereinspritzsystem zur Einspritzung von Kraftstoff  
in einen Brennraum (43) einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Injektorkör-  
per (2) und einem Düsenkörper (3), in welchem ein mehrteilig ausgebildetes Ein-  
spritzventilglied (21) aufgenommen ist und mit einem Piezoaktor (6), dem eine hyd-  
raulische Übersetzeranordnung (9) nachgeschaltet ist, wobei dem mehrteilig ausgebil-  
deten Einspritzventilglied (21) zu dessen Betätigung Steuerräume (19, 20) zugeordnet  
sind, dadurch gekennzeichnet, dass die durch den Piezoaktor (6) betätigte hydraulische  
Übersetzeranordnung (9) Übersetzerräume (13, 17) aufweist, die jeweils direkt mit den  
Nadelteile (22, 23) des Einspritzventilgliedes (21) betätigenden Steuerräumen (19, 20)  
hydraulisch verbunden sind.
2. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Überset-  
zerraum (13) über einen Kanal (16) mit dem zweiten Steuerraum (20) für das äußere  
Nadelteil (22) und der zweite Übersetzerraum (17) mit dem ersten Steuerraum (19) für  
das innere Nadelteil (23) verbunden sind.
3. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den  
ineinander geführten Nadelteilen (22, 23) des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventil-  
gliedes ein Druckraum (29) ausgebildet ist, der von einem das mehrteilig ausgebildete  
Einspritzventilglied (21) umgebenden Düsenraum (8) befüllbar ist.
4. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an dem äußeren  
Nadelteil (22) des mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilgliedes (21) eine erste und  
eine zweite in Öffnungsrichtung wirkende Druckstufe (25, 26) ausgebildet sind.
5. Kraftstoffinjektor gemäß der Ansprüche 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die  
zweite Druckstufe (26) im Druckraum (29) ausgebildet ist.
6. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am inneren Na-  
delteil (23) am brennraumseitigen Ende einer Druckstufe (28) ausgebildet ist, deren in  
Öffnungsrichtung des inneren Nadelteiles (23) wirksame hydraulische Fläche kleiner

ist als die hydraulisch wirksamen Flächen der ersten und zweiten Druckstufe (25, 26) des äußeren Nadelteiles (23).

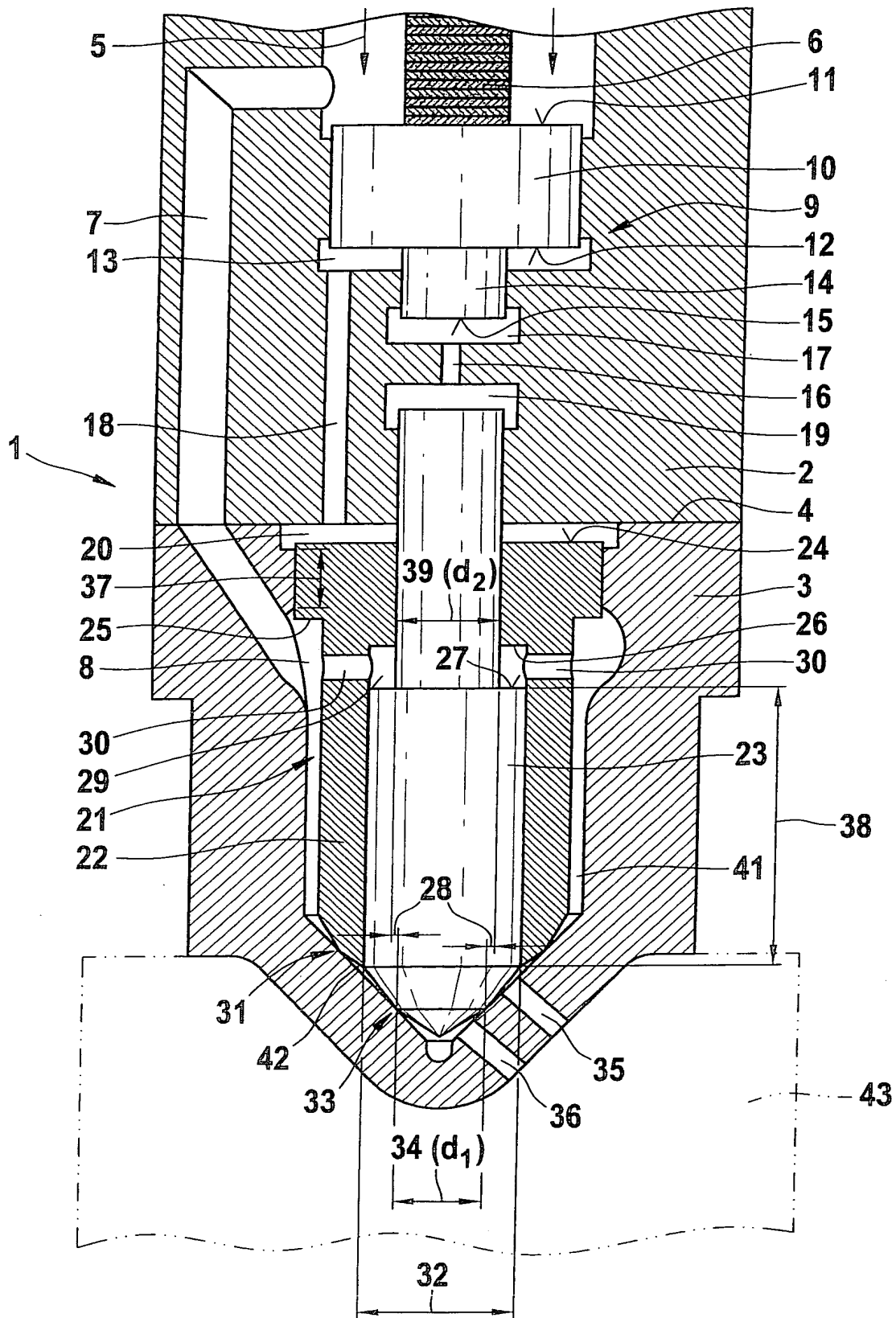
7. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die in Öffnungs-  
richtung hydraulisch wirksamen Flächen der Druckstufen (25, 26) des äußeren Nadel-  
teiles (22) die hydraulisch wirksame Fläche (28)  $\pi (d_2^2 - d_1^2)/4$  am brennraumseitigen  
Ende des inneren Nadelteiles (23) übersteigen.
8. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am äußeren Na-  
delteil (22) ein erster Sitz (31) und am inneren Nadelteil (23) ein zweiter Sitz (33) aus-  
gebildet sind, die mit einer Wand des Düsenkörpers (3) zusammenwirken.
9. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Piezoaktor (6)  
in den Kraftstoffzulauf (5) integriert ist.
10. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in Richtung des  
Brennraumes (43) am Düsenkörper (3) durch den ersten Sitz (31) freigebbare oder ver-  
schleißbare erste Einspritzöffnungen (35) und durch den zweiten Sitz (33) freigebbare  
oder verschleißbare zweite Einspritzöffnungen (36) ausgebildet sind.

5

### Zusammenfassung

10 Die Erfindung bezieht sich auf einen Kraftstoffinjektor (1) für ein Speichereinspritzsystem zur Einspritzung von Kraftstoff in einen Brennraum (43) einer Verbrennungskraftmaschine. Der Kraftstoffinjektor (1) umfasst einen Injektorkörper (2) und einen Düsenkörper (3). Im Düsenkörper (3) ist ein mehrteilig ausgebildetes Einspritzventilglied (21) aufgenommen. Einem Piezoaktor (6) ist eine hydraulische Übersetzeranordnung (9) nachgeschaltet. Dem mehrteilig ausgebildeten Einspritzventilglied (21) sind zu dessen Betätigung dienende 15 Steuerräume (19, 20) zugeordnet. Die durch den Piezoaktor (6) betätigte hydraulische Übersetzeranordnung (9) weist Übersetzerräume (13, 17) auf, die jeweils direkt mit Nadelteile (22, 23) des Einspritzventilgliedes (21) betätigenden Steuerräumen (19, 20) hydraulisch verbunden sind.

20



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**